

Capítulo 2

Desenvolvimento e sustentabilidade na fruticultura de exportação

Domingo Haroldo Rudolfo Conrado Reinhardt
Maria Auxiliadora Coelho de Lima
Luiz Augusto Lopes Serrano
José da Silva Souza
Marcelo do Amaral Santana
Eduardo Sanches Stuchi
Eduardo Augusto Girardi
Arlene Maria Gomes de Oliveira
Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum
Maurício Antonio Coelho Filho
José Eduardo Borges de Carvalho
Walter dos Santos Soares Filho



A fruticultura brasileira de exportação de frutas frescas e de sucos, com base em ciência, organização e políticas públicas, tem apresentado um desenvolvimento expressivo ao longo das últimas 3 décadas. Avanços tecnológicos nas fases de produção e pós-colheita determinaram ganhos elevados em produtividade, qualidade e sustentabilidade socioeconômica e ambiental, com destaque para os efeitos poupa-terra e para a economia no uso de recursos naturais.

Dados resumidos do setor

As frutas são cultivadas em praticamente todos os países do mundo. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2019), a produção mundial de frutas atingiu o volume de 929,6 milhões de toneladas, obtidos em cerca de 80,4 milhões de hectares somente em 2018. O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, com 42,4 milhões de toneladas (4,6% do total) em 2,5 milhões de hectares, atrás da China (25,9%) e da Índia (11,9%). Em 2018, estima-se que seu valor de produção gerado foi de 33,5 bilhões de reais, e que, para cada hectare cultivado, duas pessoas são empregadas nesse segmento agrícola, ou seja, 5 milhões de empregos no País são oferecidos no agronegócio fruticultor, indicador o qual enfatiza sua importância socioeconômica. A Tabela 1 apresenta os últimos dados oficiais relacionados ao emprego de mão de obra direta na produção das principais frutas frescas de exportação.

Tabela 1. Mão de obra direta empregada em 2016 na produção das principais frutas frescas de exportação no Brasil.

Cultura	Quantidade ⁽¹⁾
Manga	96.941
Melão	34.749
Uva ⁽²⁾	261.314
Limão	31.519
Mamão	60.744
Melancia	165.471
Maçã	56.515
Banana	476.806
Total	1.184.059

⁽¹⁾ Números apresentados pelo relatório com base nos dados do IBGE de 2016.

⁽²⁾ Números relativos à produção da uva de mesa.

Fonte: Relatório Cenário Hortifrutí Brasil (2018).

A fruticultura brasileira, que está presente em todos os estados da Federação e no Distrito Federal, pode ser dividida em duas categorias: frutas temporárias e frutas permanentes. Predominam, no entanto, as frutas permanentes, que, em 2018, participaram com 92,0% e 87,1%, da área colhida e da produção, respectivamente. Já as frutas tropicais/subtropicais representaram, em 2018, 94,4% da área colhida e 92,4% da produção. Nas macrorregiões do Brasil, a participação na produção nacional em 2018 foi a seguinte: Sudeste (51,6%), Nordeste (25,2%), Sul (13,7%), Norte (7,1%) e Centro-Oeste (2,5%).

As exportações brasileiras de frutas frescas (incluindo nozes e castanhas), em 2019, ultrapassaram o montante de 1 bilhão de dólares. Em comparação com os demais produtos do agronegócio, as exportações de frutas frescas ficaram em

12º lugar, representando 1,04% da pauta brasileira de exportações. Na Tabela 2, observa-se que, na distribuição do item, as frutas participaram com 777,3 milhões de dólares (77%).

Tabela 2. Exportações brasileiras de frutas, nozes, castanhas, conservas e preparações de frutas em 2019.

Frutas	Valor (US\$)	(%)
Frutas	777.332.539	77,0
Nozes e castanhas	162.003.073	16,0
Conservas e preparações de frutas (excl. sucos)	70.978.174	7,0
Total	1.010.313.786	100,0

Fonte: Brasil (2019).

Considerando apenas o item frutas, o Brasil exportou, em 2019, mais de 20 tipos, com concentração em oito delas (93,2%) (Tabela 3). Dessas, mangas, melões, uvas, mamões e melancias são originados, principalmente, da região Nordeste. Os limões têm como origem as regiões Sudeste e Nordeste. As maçãs provêm da região Sul, enquanto as bananas, das regiões Sul e Nordeste. É grande a participação da região Nordeste, principalmente nos perímetros irrigados, que tem água e elevada taxa de insolação, favorecendo a qualidade das frutas produzidas nessa região.

Quanto ao item nozes e castanhas, os tipos mais exportados foram castanha-de-caju e castanha-do-pará, que, juntas, contribuíram com US\$ 142.280.791,00, o que corresponde a 87,8% do total do item. Em 2019, a

Tabela 3. Exportações brasileiras de frutas frescas ou secas em 2019.

Fruta fresca ou seca	Valor (US\$)	(%)
Manga	221.801.185	28,5
Melão	160.307.786	20,6
Uva	93.459.500	12,0
Limão e lima	90.923.279	11,7
Mamão	47.270.134	6,1
Melancia	43.857.711	5,6
Maçã	42.508.683	5,5
Banana	24.559.299	3,2
Outras	52.644.962	6,8
Total	777.332.539	100,0

Fonte: Brasil (2019).



Foto: Cláudio Bezerra

maior participação foi da castanha-de-caju, com US\$ 121.200.000,00 (74,8%).

Com relação aos destinos do item frutas (incluindo nozes e castanhas), cerca de 67% foram comercializadas na União Europeia, seguida dos Estados Unidos, do Canadá e da Argentina, que, juntos, importaram cerca de 20% do total do item.

Considerando apenas as nozes e castanhas, os Estados Unidos (36,8%), a União Europeia (25,9%) e o Canadá (10,0%) foram os mais importantes destinos.

A produção das principais frutas frescas de exportação pode ser observada na Tabela 4. Embora a banana apresente a maior área colhida e produção, possui a menor participação nas exportações desse rol de frutas.

O Brasil é o maior produtor e exportador de suco de laranja no mundo. Em 2019, o Brasil produziu 17.614.270 t de laranja em 608.243 ha colhidos, com uma produtividade média de 29 t ha⁻¹. O cinturão citrícola envolvendo regiões dos estados de São Paulo, de Minas Gerais e do Paraná, foi responsável por 87,7% da produção

nacional, com participações estaduais de 77,5%, 5,6% e 4,6%, respectivamente. Em seguida, vem a região Nordeste, com participação de 6,7%. Em 2018, a cultura da laranja gerou um valor de produção de 9,5 bilhões de reais, situando-se em sétimo lugar no agronegócio brasileiro, atrás apenas da soja, da cana-de-açúcar, do milho, do café, do algodão e da mandioca.

Em 2019, o Brasil exportou 2,1 bilhões de dólares em sucos, com participação de 2,18% na pauta de exportação agrícola (9º lugar). É expressiva a hegemonia dos sucos de laranja, com 1,9 bilhão de dólares, representando 90,50% do total. Quanto aos demais sucos exportados, merecem destaque: água de coco, sucos

Tabela 4. Produção brasileira das principais frutas frescas de exportação em 2018.

Cultura	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Manga	65.646	1.319.296	20,10
Melão	23.324	581.478	24,93
Uva	74.472	1.591.986	21,38
Limão	52.784	1.481.322	28,06
Mamão	27.250	1.060.392	38,91
Melancia	101.975	2.240.796	21,97
Maçã	33.029	1.195.007	36,18
Banana	449.284	6.752.171	15,03

Fonte: IBGE (2019).

de maçã, acerola, abacaxi, uva e maracujá. Com relação ao destino, a União Europeia é o principal comprador (68,60%), seguida pelos Estados Unidos (16,70%), pelo Japão (5,30%) e pela China (3,80%).

As projeções atuais para a demanda de frutas nos próximos anos apontam crescimento tanto nos mercados externo como interno. O mercado interno permanece como principal destino da produção brasileira e, mesmo com melhorias tecnológicas em toda a cadeia de produção para exportação, esse cenário deve se manter por muitos anos. A Tabela 5 apresenta a média da participação da quantidade exportada das principais fruteiras de exportação na produção total relativa ao triênio de 2016 a 2018.

Comparações com a forma de produção em outros países

A fruticultura brasileira se diferencia por ser conduzida, em grande parte, em condições de sequeiro, com viabilidade econômica e com adequação ambiental. No entanto, parcela significativa das frutas frescas de exportação é produzida na região semiárida, o que exige o uso da irrigação. Parcela considerável da fruticultura brasileira é alicerçada na pequena produção e na agricultura familiar, a exemplo da produção de castanhas-de-caju na região semiárida, em condições de sequeiro, com foco no abastecimento de minifábricas que colocam seus produtos, em grande parte, no mercado

Tabela 5. Valores aproximados da participação das exportações brasileiras na produção interna das principais frutas de exportação, de 2016 a 2018.

Cultura	Produção (t)	Exportação (t)	Participação das exportações (%)
Manga	1.167.845	168.092	14,50
Melão	573.069	218.653	38,27
Uva	1.482.920	38.383	2,61
Limão	1.336.596	95.214	7,16
Mamão	1.138.606	39.901	3,55
Melancia	2.213.946	69.650	3,15
Maçã	1.186.011	52.360	4,36
Banana	6.654.116	57.095	0,86

Fonte: Comex Stat (2019) e IBGE (2019).



interno, mas cada vez mais exploram o mercado externo de *fair trade*.

Ao contrário do que ocorre em muitos países, a fruticultura brasileira é uma atividade muito diversificada em seus usos e destinos, além de um amplo mercado interno à disposição. Um exemplo é a cultura do caju, na qual os maiores concorrentes internacionais se concentram apenas na castanha, enquanto no Brasil uma gama de produtos é explorada, desde o pseudofruto (pedúnculo) para polpas, doces, cajuína, o caju completo para o mercado de mesa (in natura) e o líquido da castanha de caju (LCC) para indústria de revestimentos, tintas e antioxidantes.

A fruticultura brasileira conta com grande adoção de inovações tecnológicas para ganhos de produtividade e sustentabilidade, em áreas de genética varietal, produção de mudas em ambiente protegido, manejo da fertilidade e práticas conservacionistas de solo e água, manejo integrado de pragas e doenças, entre outras.

A fruticultura brasileira usa menos agroquímicos, sobretudo defensivos agrícolas. Um exemplo disso, é a estimativa que, em São Paulo, se utiliza cerca de 65% menos ingrediente ativo por hectare em pomares cítricos, devido a menores doses e volumes de aplicação, em comparação com pomares na Flórida e outros países da América Latina, que também tem o huanglongbing (HLB) como principal ameaça fitossanitária (Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos, 2019).

Tecnologias sustentáveis empregadas nas cadeias

A fruticultura brasileira de exportação não utiliza organismos geneticamente modificados (OGMs) nem antibióticos. Todas as variedades cultivadas têm sua origem em melhoramento genético tradicional, sem manipulação artificial de genes. É dessa forma que a matriz de cultivos tem sido diversificada e ampliada para todas as principais fruteiras.

Manejo da cultura

O modelo de produção integrada (PI) de banana, caju, citros, mamão, manga, melão, uva e maçã, como base para a produção sustentável e adequação aos programas de certificação requeridos pelos importadores tem sido consolidado. As normas da PI, orientadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (Brasil, 2001), apresentam requisitos condizentes ou mesmo mais rigorosos que as do GLOBALG.A.P., considerado referencial global para as boas práticas agrícolas. A PI permite a produção rastreável de alimentos seguros, sem contaminantes químicos e biológicos, com sustentabilidade econômica, social e ambiental.

O conjunto de técnicas de indução floral tem sido aprimorado, envolvendo imposição de estresse hídrico, podas inteligentes e manejo fisiológico, permitindo uma oferta de frutas brasileiras para os mercados ao longo de todo ano, com redução de períodos de entressafra, contribuindo para a sustentabilidade socioeconômica da atividade.

Ademais, o uso de instrumentos e estratégias de agricultura de precisão tem avançado, a exemplo de imagens aéreas para diagnóstico e manejo especializado em vinhedos.

Manejo da cobertura do solo

As boas práticas agrícolas contam com práticas conservacionistas do solo, sobretudo a utilização de cobertura vegetal natural do solo mantida pelo roço manual e mecanizado, a cobertura verde por meio de espécies leguminosas e gramíneas, bem como cobertura morta. Práticas essas que visam à conservação e ao enriquecimento da microbiota do solo, à redução de perdas de água por lixiviação, à redução da temperatura do solo, à preservação da umidade por mais tempo, entre outros benefícios. Ademais, a cobertura do solo contribui para uma importante imobilização de carbono. Já os herbicidas pré-emergentes não são permitidos na PI. Na agricultura familiar, e em pequenos pomares, é frequente o cultivo consorciado de frutas com outras culturas de menor porte e ciclo mais curto, para diversificar a produção e fazer uso sustentável dos recursos naturais.

Além das coberturas vegetais, outras técnicas são usadas para o controle de plantas invasoras, a exemplo do uso de manta agrotêxtil na cultura do meloeiro até a fase de polinização, acarretando como benefícios adicionais a ausência de pulverização com inseticidas e a economia no uso de água.



Foto: Ujrike Leon (Pixabay)

Manejo de água e nutrientes

A fruticultura de exportação no Brasil tem aprimorado o manejo de nutrientes das plantas, incluindo a aplicação de ferramentas como Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (Dris) para interpretação dos resultados de análise foliar, com acentuado aumento da sua eficiência ao ajustar doses, formas e parcelamento das aplicações. Além disso, tem sido crescente a substituição de fontes minerais e sintéticas por adubos naturais e orgânicos, com efeitos benéficos sobre aspectos físicos e biológicos do solo.

A recomendação de adubação é pautada em critérios como diminuição dos custos de produção e dos riscos de contaminação, prevenindo salinização do solo e contaminação de mananciais. Da mesma forma, o uso racional da água tem recebido atenção especial com foco na sustentabilidade ambiental e econômica da fruticultura. Uma parte expressiva do cultivo de frutas é realizado sem o concurso da irrigação. No caso do cinturão citrícola (São Paulo, sudoeste e oeste de Minas Gerais, ou Triângulo Mineiro) apenas 30% da área tem esse suprimento hídrico suplementar.

Sistemas de irrigação mais eficientes, com menor uso de água, têm sido desenvolvidos e aplicados em todas as regiões produtoras de frutas, a exemplo de sistemas de irrigação localizados e fertirrigação adotados nos sistemas de produção de manga, melancia, melão e uva, permitindo maior eficiência no uso de água e uso racional de nutrientes.

Pesquisas da Embrapa e de outras instituições brasileiras (Santos et al., 2016; Silveira et al., 2020), testando a irrigação com déficit controlado, envolvendo o suprimento parcial do sistema radicular das fruteiras, mostraram que é possível o uso de lâminas de água menores que as usualmente recomendadas. Assim, essa tecnologia poupadora de água vem sendo implementada em várias regiões.

É cada vez mais comum o uso de variáveis climáticas obtidas em tempo real, por estações agrometeorológicas, para manejo da irrigação e obtenção de indicadores de risco de doenças.

Manejo integrado de pragas e doenças

A incidência de pragas e doenças é monitorada, e medidas de controle são aplicadas apenas quando níveis críticos dos agentes são atingidos. Esse cuidadoso monitoramento fez surgir uma nova função nos pomares, a do pragueiro, um colaborador treinado e dedicado à identificação, à quantificação e ao controle de pragas.

O uso de defensivos agrícolas é minimizado e, quando necessário, é baseado em ingredientes ativos legalizados para cada cultura nas normas nacionais e internacionais, com atenção especial às exigências dos países importadores. As aplicações são realizadas com equipamentos e maquinários modernos ajustados para volumes de calda adequados a cada praga-alvo, o que leva a reduções importantes na quantidade de calda aplicada.

O controle biológico clássico mediante liberação de inimigos naturais é amplamente utilizado no manejo integrado de pragas-chave, a exemplo das moscas-das-frutas e tem sido inserido nas estratégias de controle de um número cada vez maior de pragas e doenças por meio da aplicação de fungos entomopatogênicos (*Beauveria* e *Metarhizium*) para o controle de mosca-branca, mosca-minadora, moscas-das-frutas, cochonilhas, coleópteros, ácaros e cigarrinhas; de biofungicidas à base de *Trichoderma* para o controle da fitóftora e de outros fungos do solo; e de bactérias como *Bacillus* e *Baculovirus* no controle de lagartas e com efeitos sobre nematoides. Ácaros-praga têm sido combatidos com óleo vegetal e a liberação de ácaros predadores produzidos em biofábricas. Óleos essenciais, como o de *Melaleuca alternifolia*, tem sido usado para prevenção e controle de doenças pós-colheita e mofo causado por fungos oportunistas.

Práticas de controle cultural e manejo preventivo são enfatizadas incluindo: poda de limpeza e proteção das áreas podadas contra infecções; desinfestação de ferramentas; eliminação de plantas ou partes infectadas; remoção de material infectado; prevenção a estresses e molhamento das plantas; e controle de vetores de doenças.

Aplicativos têm sido desenvolvidos para facilitar a identificação de pragas e doenças de fruteiras, a exemplo do aplicativo Uzum para a cultura da videira.

É intensa a busca por controle genético das principais pragas na fruticultura

brasileira, com uma série de sucessos já alcançados. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) conduz programas de melhoramento genético que tem gerado novas variedades de banana, caju, citros, mamão, manga, uva e outras fruteiras, com tolerância ou resistência a pragas e doenças muito severas, a exemplo da sigatoka-negra, sigatoka-amarela e fusariose da bananeira, a resinose do cajueiro, o cancro e a gomose-cítrica, o oídio do melão, o míldio da uva, a fusariose do abacaxi, entre outras.

Manejo pós-colheita

Na fruticultura de exportação são aplicados os sistemas Boas Práticas de Fabricação e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, importantes mecanismos de controle de qualidade dos produtos ofertados aos mercados. É restrito o uso de agentes químicos de controle fitossanitário pós-colheita, excetuando-se situação tecnicamente justificada e aceita pelos sistemas de certificação internacionais.

Na fruticultura brasileira é assegurada a redução de estresse das frutas mediante seu manejo racional na colheita, no transporte e no embalamento, sendo o beneficiamento realizado em espaço com ventilação e luminosidade adequadas, na maioria das vezes em *packing houses* climatizados e, quando os países de destinos exigem, é realizado o tratamento quarentenário hidrotérmico para controle de moscas-das-frutas em manga e mamão, e o tratamento a frio em uva. Desse modo, é comum a aplicação

de tecnologias de resfriamento rápido, o armazenamento refrigerado e a manutenção da cadeia de frio no transporte e distribuição das frutas de exportação. É obrigatória a desinfecção, bem como é frequente a utilização de equipamento gerador de ozônio em câmaras frias e contêineres, visando ao controle de fungos causadores de mofo.

No seu conjunto, as tecnologias sustentáveis empregadas nessas cadeias, atendem a, pelo menos, três dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) (Nações Unidas, 2012) e acordados por várias nações: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável (ODS 2); Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos (ODS 8); e Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (ODS 12).

Aspectos logísticos que geram sustentabilidade na cadeia de produção

Os processos de monitoramento da qualidade e da eficiência das técnicas adotadas ao longo da cadeia permitem aferir o atendimento às normas que regem as relações de comercialização para os grupos importadores e identificar problemas precocemente. Nos processos internos, específicos da fase de produção, o controle é local. Porém, o monitoramento a partir da saída da carga em contêineres refrigerados para o porto ou

aeroporto requer o uso de sensores de forma a informar se as condições da carga atendem às recomendações técnicas de refrigeração para cada tipo de fruta. Nessa fase, são priorizadas as menores distâncias terrestres possíveis. Porém, no caso de transporte marítimo, que é o predominante, a operacionalização de recebimento e despacho das cargas nos portos e os custos associados, muitas vezes, interferem nessa decisão.

O monitoramento remoto se mantém durante o trânsito para o exterior e até a liberação da carga para as unidades de distribuição em cada país. As empresas de maior porte e com maior experiência em exportação de frutas frescas mantêm equipes em cidades portuárias no exterior, a fim de analisar as condições de recebimento, a qualidade do produto, a amostragem realizada pelos importadores para análise do atendimento aos limites de resíduos praticados, entre outros aspectos associados às certificações. É crescente o volume de exportação de frutas brasileiras pelo modal aéreo. No caso do mamão, essa via representou cerca de 88% das exportações entre 2011 e 2018, permitindo a oferta de frutas de melhor qualidade aos consumidores.

As principais processadoras de laranja se concentram a menos de 500 km do porto de exportação em Santos, SP. O suco de laranja é transportado a granel, em caminhões-tanque, até o porto por via rodoviária, o que diminui o número de viagens necessárias quando se compara com o transporte feito em tambores de 200 L (forma clássica). O transporte marítimo se dá em navios sucoleiros

especialmente desenvolvidos para este fim, modalidade que também reduz o número de viagens.

Outras informações relevantes

A produção orgânica de frutas tem sido fomentada por políticas públicas que contribuem para o seu crescimento em taxas anuais elevadas. Atendendo essa demanda, a Embrapa tem executado programa específico de pesquisa e disponibilizado sistemas orgânicos de produção para várias fruteiras (banana, manga, abacaxi, maracujá). Essa é mais uma contribuição para a oferta de frutas saudáveis, sem o uso de agroquímicos.

É evidente a existência de uma consciência crescente da importância da preservação ambiental entre os fruticultores e a consequente observância das rigorosas normas emanadas do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012). Como exemplo

disso, pode ser destacado que, no cinturão citrícola, os produtores conservam cerca de 180 mil hectares de vegetação nativa em suas propriedades para cerca de 460 mil hectares cultivados com laranja. Pelo menos 80 mil hectares de citros são certificados pela Rainforest Alliance, certificação também comum nas produções de manga, uva e melão.

A busca do aprimoramento do nível tecnológico na fruticultura depende muito da participação de recursos humanos bem preparados. Nesse contexto, a fruticultura conta com o apoio de importantes órgãos de capacitação, assistência técnica e extensão rural, nos maiores polos de produção de frutas, incluindo o Centro de Fruticultura do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar) em Juazeiro, BA, localizado no principal polo exportador de frutas frescas do Brasil.

O Brasil investe muito em pesquisa agrícola, o que também se aplica à fruticultura. Grandes esforços vêm sendo feitos



para ajustes tecnológicos que promovam aumento de produtividade, com melhoria da qualidade das frutas, em sistemas de cultivo cada vez mais sustentáveis do ponto de vista ambiental. Um exemplo disso, são as estratégias adotadas para o controle ou a convivência com o HLB, a doença mais severa da citricultura mundial. Uma das estratégias tem sido o aumento acentuado da densidade de plantio, que pode compensar a perda de plantas doentes. Novos porta-enxertos que determinam menor porte da planta cítrica, com maior produção de frutos por volume de copa e de frutos com maior teor de açúcares, desenvolvidos pela Embrapa, estão sendo introduzidos na citricultura nacional. Muitos desses novos porta-enxertos cítricos apresentam elevada tolerância à seca, representando auxílio precioso na adaptação da cultura às mudanças climáticas em curso.

As cadeias produtivas das principais frutas brasileiras exportadas contam com uma boa rede de integração de instituições gestoras, em especial associações de exportadores, como Abrafrutas, Brapex para o mamão; Frutas do Vale do Rio São Francisco (Valexport), Banana no Norte de Minas Gerais (Abanorte), CitrusBR, Sindicaju, além de apoiadoras (órgãos de pesquisa e assistência técnica federais e estaduais, Fundecitrus, Senar), com o Mapa e outros ministérios pertinentes. Essa integração facilita a superação conjunta de desafios à abertura e à manutenção de mercados externos para as frutas brasileiras, inclusive barreiras fitossanitárias. Um exemplo é o programa Systems Approach que permitiu acesso do mamão brasileiro ao mercado dos Estados Unidos, ao integrar práticas na pré- e pós-colheita, levando em conta fatores biológicos, físicos e operacionais, para garantir que os frutos estejam livres de moscas-das-frutas (*Ceratitis capitata*).

Efeito poupa-terra

A evolução tecnológica na fruticultura brasileira ao longo das últimas décadas resultou na elevação expressiva da produtividade. A comparação das produtividades das principais frutas exportadas, obtidas em 1990 e 2018 (Tabela 6), mostra um aumento geral de 64% da produtividade em volume por hectare, com acréscimos variando entre 11% e 137% nas diferentes cadeias produtivas. Essa elevação da produtividade média representou, em 2018, um efeito poupa-terra de 944.491 ha, o que corresponde a cerca de 30% da área cultivada com fruteiras no País, estimada em cerca de 2,5 milhões de hectares.

Observando especificamente as frutas cítricas, que ocupam a primeira posição em área cultivada, produção e exportação, principalmente sob a forma de suco, na fruticultura brasileira, houve aumento de produtividade em 84,8% para laranja e de 82% para a lima ácida 'Tahiti', com um efeito poupa-terra de 542.936 ha, o que corresponde a 84,8% da área cultivada com essas frutas em 2018 (Tabela 6).

As tecnologias citadas na seção Tecnologias sustentáveis empregadas nas cadeias atendem aos preceitos de sustentabilidade nos seus segmentos ambiental, econômico e social, repercutindo em maior eficiência de uso das áreas agricultáveis. Por conseguinte, tem-se maiores produções por unidade, reduzindo a demanda por abertura de novas áreas de cultivo, o que contribui para a manutenção de espaços preservados nas diferentes regiões frutícolas do País.

Vários exemplos da contribuição de tecnologias geradas para as condições brasileiras e adotadas pelos sistemas de produção de frutas, com destaque para aquelas de importância para o segmento exportador, podem ser citados. A maioria delas amparada pela adoção do sistema de produção integrada (Zambolim et al., 2009). Algumas são especificadas a seguir em decorrência de sua contribuição para melhores desempenhos por unidade de área produzida, superando a prática de ocupação de áreas extensivas para se atingir produções desejáveis.

Os vários programas de melhoramento genético desenvolvidos por instituições brasileiras de ciência e tecnologia avançaram na disponibilização de cultivares com alto desempenho produtivo e, em alguns casos, resistentes a estresses bióticos ou abióticos. A Embrapa coordena programas de melhoramento genético de frutas que lideram os rankings de produção e exportação no País, como banana, citros, mamão, manga, melão e uva. Várias cultivares e híbridos lançados estão disponíveis no mercado, alguns dos quais incorporados à cadeia produtiva. Um exemplo é a boa aceitação e altas produtividades, com custo de produção relativamente menor, das cultivares de videira BRS Vitória e BRS Ísis, em particular a primeira (Maia et al., 2014). Com a área de produção estável na principal região produtora e exportadora de uvas para mesa do País, nos últimos 2 anos, o crescimento das cultivares citadas se baseou em substituição de algumas das tradicionalmente adotadas.

Tabela 6. Estimativa de poupa-terra devido ao aumento da produtividade na fruticultura brasileira, com foco nas principais frutas de exportação.

Fruta	Produtividade em 1990 (t ha ⁻¹)	Produtividade em 2018 (t ha ⁻¹)	Aumento de produtividade (%)	Produção em 2018 (t)	Área plantada em 1990 (ha)	Área plantada em 2018 (ha)	Área poupada em 2018 (ha)
Laranja	15,35	28,37	84,8	16.713.000	1.088.795	589.139	499.656
Banana	11,51	15,03	30,5	6.752.000	586.620	449.284	137.336
Melancia	13,03	21,97	68,6	2.240.796	171.972	101.975	69.997
Manga	10,66	20,10	88,5	1.319.296	123.761	65.646	58.115
Limão	15,42	28,06	82,0	1.481.322	96.064	52.784	43.280
Uva	13,72	21,38	55,8	1.591.986	116.034	74.472	41.562
Maçã	18,25	36,18	98,2	1.195.007	65.480	33.029	32.451
Melão	10,52	24,93	137,0	581.478	55.274	23.324	31.950
Tangerina	14,72	19,01	29,1	996.872	67.722	52.450	15.272
Abacaxi	33,28	37,04	11,2	2.650.479	79.641	70.553	9.088
Mamão	32,10	38,10	18,7	1.060.392	33.034	27.250	5.784
Média			64,0	Total			944.491⁽¹⁾

⁽¹⁾A área poupada devido ao aumento da produtividade dessas 11 fruteiras corresponde a cerca de 38% da área cultivada com fruteiras no Brasil, ou seja, de cerca de 2,5 milhões de hectares.

Fonte: dados de IBGE (2019).

A tecnologia de manejo da floração para produção em período diferente do estímulo natural das plantas é um exemplo de ganhos de produtividade na fruticultura (Albuquerque et al., 2002). O alcance e o crescimento da manga brasileira no mercado externo, com a consequente contribuição em geração de divisas para o País, têm nessa tecnologia um dos elementos viabilizadores.

Várias práticas e estratégias de manejo inseridos na fruticultura atendem aos desafios da produção mais eficiente e integrada ao ambiente. Nessa perspectiva, o manejo integrado de pragas e doenças incorpora cada vez mais agentes de controle biológico na produção frutícola. Alguns exemplos incluem fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisoplae*, e inimigos naturais para pragas como a mosca-minadora (Leal et al., 2018; Costa-Lima et al., 2019). Bactérias têm sido ferramentas importantes e têm sido multiplicadas nas propriedades rurais, em algumas cadeias, a exemplo de mangicultura e viticultura.

De forma mais direta, uma importante estratégia de cultivo que reduz o uso de terras é o adensamento de plantio. O conceito de cultivos intensificados tem no adensamento uma de suas bases. As vantagens para a fruticultura incluem produções maiores e mais precoces, melhoria na qualidade dos frutos, redução de custos e possibilidade de mecanização de parte dos tratos culturais (Tripathi et al., 2020). A estratégia é incrementada com o uso de porta-enxertos e cultivares copa de menor porte, bem como de métodos de controle da altura das plantas,

Foto: Eduardo Girardi



seja por práticas mecânicas ou por meio de reguladores vegetais. Várias cadeias da fruticultura nacional se beneficiam desse tipo de manejo, seja por meio de uma prática específica seja por um conjunto delas, apresentando ganhos em uso eficiente de terra, água, nutrientes e radiação solar. A cajucultura e a mangicultura são exemplos importantes.

No que se refere ao manejo do solo, as práticas adotadas na fruticultura contemplam o uso de *mulching*. A técnica é considerada poupadora de água e de solo, contribuindo para uma produção sustentável. Segundo Kaur e Bons (2017), traz benefícios à conservação da umidade do solo, permite maior eficiência no uso de água, ameniza a temperatura do solo, suprime o crescimento de plantas invasoras, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de prevenir perdas por erosão. Dessa forma, os efeitos conjuntos resultam em melhores condições para crescimento, produção e qualidade das frutas.

Alguns estudos também quantificaram os benefícios decorrentes do uso de coquetéis vegetais em sistemas de produção, como os de meloeiro e da mangueira. De forma geral, a produção de matéria vegetal da parte aérea e o acúmulo de nutrientes aumentam com o uso de coquetéis vegetais, em relação à vegetação espontânea (Giongo et al., 2017). O sistema radicular dos coquetéis vegetais adiciona maiores quantidades de matéria vegetal e nutrientes ao solo, quando comparado à vegetação espontânea. A ciclagem de nutrientes e adição de nitrogênio por meio de leguminosas

podem reduzir os custos com adubação. Os autores ressaltaram que, condições propícias ao uso de coquetéis vegetais, ao longo do tempo, devem aumentar a eficiência dos cultivos do meloeiro, impactando positivamente a ciclagem de nutrientes e a adição de nitrogênio, além do estímulo à biota do solo.

No cultivo da mangueira, o uso de adubos verdes como cultivos intercalares, independente da sua composição, adiciona nutrientes ao solo, proporcionando aumentos de produtividade. A qualidade química do solo, em relação aos teores de fósforo, matéria orgânica e nitrogênio também é beneficiada (Brandão et al., 2017).

No caso específico da citricultura, podem ser destacadas as seguintes inovações tecnológicas que contribuíram para o grande avanço produtivo com efeito poupa-terra:

- 1) Desenvolvimento e uso de novos porta-enxertos que determinaram maior precocidade, resistência a diversas doenças e maior produção de frutos por volume de copa e com suco de melhor qualidade.
- 2) Adoção de novas variedades-copa e clones mais produtivos de variedades-copa tradicionais, e que produzem suco de maior qualidade.
- 3) Maior densidade de plantio associada com uso de porta-enxertos ananizantes ou semianizantes e/ou com podas inteligentes (Figura 1).

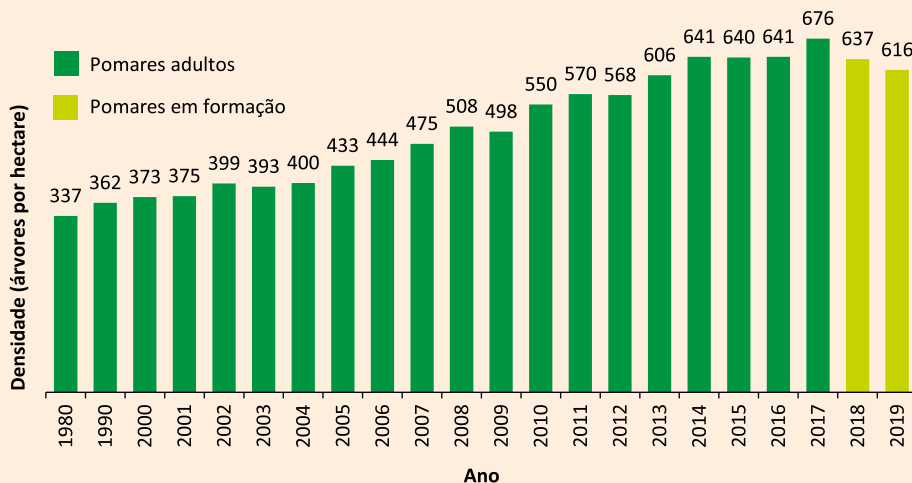


Figura 1. Densidade de plantio de laranja nos pomares por ano de plantio no Brasil.

Fonte: Tree inventory... (2020).

- 4) Aprimoramento do manejo integrado de pragas e doenças com redução de perdas de frutos.
- 5) Aprimoramento do manejo do solo no pomar cítrico com uso de coberturas verdes.
- 6) Avanços no manejo nutricional dos pomares cítricos.
- 7) Expressiva melhoria na qualidade das mudas cítricas.
- 8) Migração de plantios para regiões mais favoráveis à cultura, notadamente no centro-sul do estado de São Paulo.
- 9) Expressivo aumento dos pomares irrigados.

Referências

ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. do C. Indução floral. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 259-276.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS. **Pesquisa do Fundecitrus identifica o volume de calda ideal**. 7 out. 2019. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/noticias/?id=312765>. Acesso em: 4 ago. 2020.

BRANDÃO, S. da S.; GIONGO, V.; OLSZEWSKI, N.; SALVIANO, A. M. Coquetéis vegetais e sistemas de manejo alterando a qualidade do solo e produtividade da mangueira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 1079-1089, 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis

nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: <https://www.terraBrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/lei-no-12651-de-25-de-maio-de-2012-lei-florestal.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrostat**: estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro: exportação importação. 2019. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 1 set. 2020.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 20, de 27 de setembro de 2001**. Diretrizes gerais da Produção Integrada de Frutas (DGPIF) e as Normas Técnicas Gerais para a Produção Integrada de Frutas (NTGPIF). Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=730995312>. Acesso em: 4 ago. 2020.

COMEX STAT. **Exportação e importação geral**. 2019. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 1 set. 2020.

COSTA-LIMA, T. C. da; CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P. Comparing potential as biocontrol agents of two neotropical parasitoids of *Liriomyza sativae*. **Neotropical Entomology**, v. 48, n. 4, p. 660-667, 2019.

FAO. **Faostat**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 18 set. 2020.

GIONGO, V.; SANTANA, M. da S.; BRANDÃO, S. da S.; SALVIANO, A. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E.; VEZZANI, F. M. Sistema conservacionista de cultivo de melão utilizando coquetéis vegetais no Submédio São Francisco. In: FIGUEIREDO, M. C. B. de; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. de (ed.). **Produção de melão e mudanças climáticas**: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 231-253.

IBGE. **Sidra**: produção agrícola municipal. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 18 set. 2020.

KAUR, J.; BONS, H. K. Mulching: a viable option to increase productivity of field and fruit crops. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 9, n. 2, p. 974-982, 2017.

LEAL, C. M.; GAVA, C. A. T.; PARANHOS, B. A. J.; GOMÉZ, M.; MOREIRA, J. O. T. Formulações de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para aplicação em machos estéreis como vetores para fêmeas de *Ceratitis capitata*. In: JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 3., 2018, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018. p. 313-318. (Embrapa Semiárido. Documentos, 284).

MAIA, J. D. G.; RITSCHHELL, P.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T. de; FAJARDO, T. V. M.; NAVES, R. de L.; GIRARDI, C. L. 'BRS Vitória' – a novel seedless table grape cultivar exhibiting special flavor and tolerance to downy mildew (*Plasmopara viticola*). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, n. 3, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332014v14n3a31>.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 4 ago. 2020.

RELATÓRIO CENÁRIO HORTIFRUTI BRASIL. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados, 2018. Disponível em: <https://abrafrutas.org/wp-content/uploads/2019/09/Relatorio-Hortifruti.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; ARANTES, A. de M.; COELHO FILHO, M. A. Irrigação lateralmente alternada em lima ácida 'Tahiti' na região norte de Minas Gerais. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 71-71, 2016. Edição especial.

SILVEIRA, L. K.; PAVÃO, G. C.; DIAS, C. T. dos S.; QUAGGIO, J. A.; PIRES, R. C. de M. Deficit irrigation effect on fruit yield, quality and water use efficiency: a long-term study on Pêra-IAC sweet orange. **Agricultural Water Management**, v. 231, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106019>.

TREE INVENTORY and orange crop forecast for São Paulo and West-Southwest Minas Gerais citrus belt: snapshot of groves in march 2020. Araraquara: Fundecitrus, 2020. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2020_06_25_Tree_Inventory_and_

[Orange_Crop_Forecast_2020-2021.pdf](#). Acesso em: 30 jul. 2020.

TRIPATHI, V. K.; KUMAR, S.; DUBEY, V.; NAYYER, MD. A. High-density planting in fruit crops for enhancing fruit productivity. In: SINGH, A. K.; PATEL, V. B. (ed). **Sustainable agriculture: advances in technological interventions**. [S.l.]: CRC Press, 2020. E-book.

ZAMBOLIM, L.; NASSER, L. C. B.; ANDRIGUETO, J. R.; TEIXEIRA, J. M. A.; KOSOSKI, A. R.; FACHINELLO, J. C. (org.). **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros**. Brasília, DF, 2009. 1008 p.

Literatura recomendada

ADAMI, A. C. de O. Determinantes da adoção do controle biológico da *Diaphorina citri* e disposição a pagar dos citricultores do estado de São Paulo. In: CIER, 11., 2016, Vila Real. **Smart and inclusive development in rural areas: book of abstracts**. Vila Real: Utad, 2016. p. 48.

AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; FERREIRA, C. F.; RODRIGUEZ, M. A. D. Melhoramento genético da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 919-931, 2013.

AMORIM, M. da S.; GIRARDI, E. A.; FRANÇA, N. de O.; GESTEIRA, A. da S.; SOARES FILHO, W. dos S.; PASSOS, O. S. Initial performance of alternative citrus scion and rootstock combinations on the northern coast of the state of Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, p. 1-11, 2018.

AUSIQUE, J. S.; D'ALESSANDRO, C. P.; CONCESCHI, M. R.; MASCARIN, G. M.; DELALIBERA JÚNIOR, I. Efficacy of entomopathogenic fungi against adult *Diaphorina citri* from laboratory to field applications. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 3, p. 947-960, 2017.

AZEVEDO, F. A. de; ALMEIDA, R. F. de; MARTINELLI, R.; PRÓSPERO, A. G.; LICERRE, R.; CONCEIÇÃO, P. M. da; ARANTES, A. C. C.; DOVIS, V. L.; BOARETTO, R. M.; MATTOS JUNIOR, D. No-tillage and high-density planting for Tahiti acid lime grafted onto Flying Dragon trifoliolate orange. **Crop Biology and Sustainability**, v. 4, n. 108, p. 1-14, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.0010>.

AZEVEDO, F. A.; PACHECO, C. de A.; SCHINOR, E. H.; CARVALHO, S. A. de; CONCEIÇÃO, P. M. da. Produtividade de laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob adensamento de plantio. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p. 184-188, 2015.

BASSANEZI, R. B.; LOPES, S. A.; MIRANDA, M. P. de; WULFF, N. A.; VOLPE, H. X. L.; AYRES, A. J. Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, p. 251-264, 2020.

BASSANEZI, R. B.; MONTESINO, L. H.; GIMENES-FERNANDES, N.; YAMAMOTO, P. T.; GOTTWALD, T. R.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 789-796, 2013.

BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 264-267, 2005.

BOARETTO, R. M.; MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Nitrogen-15 uptake and distribution in two citrus species. **Soil Solutions for a Changing World**, p. 1-6, 2010.

BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. Boron uptake and distribution in field grown citrus trees. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 6, p. 839-849, 2011.

BOAVA, L.; SAGAWA, C. H. D.; CRISTOFANI-YALY, M.; MACHADO, M. A. Incidence of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' infected plants among citrandarins as rootstock and scion under field conditions. **Phytopathology**, v. 105, n. 4, p. 518-524, 2015.

BREMER NETO, H.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E. The horticultural performance of five 'Tahiti' lime selections grafted onto 'Swingle' citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 181-186, 2013.

CAMPOS, K. A. F.; AZEVEDO, F. A.; BASTIANEL, M.; CRISTOFANI-YALY, M. Resistance to alternaria brown spot of new citrus hybrids. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 5, p. 1-10, 2017.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; BREMER NETO, H. Rootstocks for high fruit yield and quality of 'Tahiti' lime under rain-fed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 142, p. 105-111, 2012.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E. Tree performance and fruit yield and quality of 'Okitsu' Satsuma mandarin grafted on 12 rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 123, n. 3, p. 318-322, 2010.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E. Horticultural performance of 'Folha Murcha' sweet orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 2, p. 259-265, 2011.

CAPUTO, M. M.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; SILVA, S. R.; BREMER NETO, H.; COUTO, H. T. Z.; STUCHI, E. S. Seleção de cultivares de laranja doce de maturação precoce por índices de desempenho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1669-1672, 2012.

CARDOSO, J. E.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, A. A.; VIDAL, J. C. Evaluation of resistance in dwarf cashew to gummosis in north-eastern Brazil. **Crop Protection**, v. 25, n. 8, p. 855-859, 2006.

CARVALHO, H. W. L.; TEODORO, A. V.; BARROS, I.; CARVALHO, L. M.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S.; PINTO-ZEVALLOS, D. M. Rootstock-related improved performance of 'Pera' sweet orange under rainfed conditions of Northeast Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 263, p. 109148-109148, 2020.

CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; BARROS, I.; MARTINS, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S. New scion-rootstock combinations for diversification of sweet orange orchards in tropical hardsetting soils. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 169-176, 2019.

CARVALHO, S. A. de; GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. de A. A.; FERRAREZI, R. S.; COLETTA FILHO, H. D. Advances in citrus propagation in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 6, e-422, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019422>.

CARVALHO, S. A.; NUNES, W. M. C.; BELASQUE JÚNIOR, J.; MACHADO, M. A.; CROCE-FILHO, J.; BOCK, C. H.; ABDO, Z. Comparison of resistance to asiatic citrus canker among different genotypes of citrus in a long-term canker-resistance field screening experiment in Brazil. **Plant Disease**, v. 99, n. 2, p. 207-218, 2015.

CIFUENTES-ARENAS, J. C.; GOES, A. de; MIRANDA, M. P. de; BEATTIE, G. A. C.; LOPES, S. A. Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. **PLOS One**, v. 13, n. 1, e0190563, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190563>.

COSTA, D. P.; STUCHI, E. S. S.; GIRARDI, E. A.; RAMOS, Y. C.; FADEL, A. L.; MALDONADO JUNIOR, W.; GESTEIRA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Potential rootstocks for Valencia sweet orange in rain-fed cultivation in the North of São Paulo, Brazil. **Citrus Research & Technology**, v. 37, n. 1, p. 26-36, 2016.

DINIZ, A. J. F.; GARCIA, A. G.; ALVES, G. R.; REIGADA, C.; VIEIRA, J. M.; PARRA, J. R. P. The enemy is outside: releasing the parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in external sources of HLB inocula to control the Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Neotropical Entomology**, v. 49, p. 250-257, 2020.

DONADIO, L. C.; LEDERMAN, I. E.; ROBERTO, S. R.; STUCHI, E. S. Dwarfing-canopy and rootstock cultivars for fruit trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, 2019.

DONADIO, L. C.; PIFFER, W. J.; STUCHI, E. S. Efeito de espaçamento para laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertada sobre tangerineira 'Cleópatra' (C. reshi Hort. ex Tan.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 14, n. 3, p. 125-129, 1992.

DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S.; POZZAN, M.; SEMPIONATO, O. R. **Novas variedades e clones de laranja doce para indústria**. Bebedouro: UNESP/FUNEP/EECB, 1999. 42 p. (Boletim Citrícola, n. 8).

ERPEN, L.; MUNIZ, F. R.; MORAES, T. de S.; TAVANO, E. C. da R. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. **Revista Ipecege**, v. 4, n. 1, p. 33-43, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2018.1.33>.

- ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de frutos da tangerina «Fremont» sobre quatro porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 308-312, 2007.
- ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; CANTUARIAS-AVILÉS, T.; DIAS, C. T. S. Performance of ‘Tahiti’ lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 2, p. 227-231, 2011.
- FADEL, A. L.; STUCHI, E. S.; CARVALHO, S. A.; FEDERICI, M. T.; COLETTA-FILHO, H. D. Navelina ISA 315: A cultivar resistant to citrus variegated chlorosis. **Crop Protection**, v. 64, p. 115-121, 2014.
- FADEL, A. L.; STUCHI, E. S.; COUTO, H. T. Z.; RAMOS, Y. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Trifoliate hybrids as alternative rootstocks for Valencia sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 235, p. 397-406, 2018.
- FADEL, A. L.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R.; PAROLIN, L. G.; OLIVEIRA, C. R.; MULLER, G. W.; DONADIO, L. C. Compatibility and horticultural performance of Pera sweet orange clones grafted to Swingle citrumelo rootstock. **Bragantia**, v. 78, n. 4, p. 564-572, 2019.
- FIDALSKI, J.; AULER, P. A. M.; TORMEM, V. Relations among Valencia orange yields with soil and leaf nutrients in northwestern Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 4, 2000. DOI: [10.1590/S1516-89132000000400006](https://doi.org/10.1590/S1516-89132000000400006).
- FIDALSKI, J.; BARBOSA, G. M. de C.; AULER, P. A. M.; PAVAN, M. A.; BERALDO, J. M. G. Qualidade física do solo sob sistemas de preparo e cobertura morta em pomar de laranja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 76-83, 2009.
- FIGUEIREDO, J. O.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; LARANJEIRA, F. F.; PIO, R. M.; SEMPIONATO, O. R. Porta-enxertos para a lima-ácida-‘Tahiti’ na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 155-159, 2002.
- FRANÇA, N. O.; AMORIM, M. S.; GIRARDI, E. A.; GESTEIRA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Plant growth, yield and fruit quality of ‘Piemonte’ tangor grafted onto 14 rootstocks on the northern coast of the state of Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, p. 1-8, 2018. DOI: [10.1590/0100-29452018784](https://doi.org/10.1590/0100-29452018784).
- FRANÇA, N. O.; AMORIM, M. S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Performance of ‘tuxpan valencia’ sweet orange grafted onto 14 rootstocks in northern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, p. 1/e-684-9, 2016.
- GIRARDI, E. A.; CERQUEIRA, T. S.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; SILVA, S. R.; STUCHI, E. S. Sunki mandarin and Swingle citrumelo as rootstocks for rain-fed cultivation of late-season sweet orange selections in northern São Paulo state, Brazil. **Bragantia**, v. 76, n. 4, p. 501-511, 2017.
- HIPPLER, F. W. R.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D. Copper in citrus production: required but avoided. **Citrus Research & Technology**, v. 38, n. 1, p. 99-106, 2017.
- HIPPLER, F. W. R.; CIPRIANO, D. O.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; GAZIOLA, S. A.; AZEVEDO, R. A.; MATTOS JUNIOR, D. Citrus rootstocks regulate the nutritional status and antioxidant system of trees under copper stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 130, p. 42-52, 2016.
- KOLLER, O. C.; BARRADAS, C. I. N.; LICHTENBERG, L. A.; DORNELLES, A. L. C.; MERTEN, G. H. Três porta-enxertos e seis espaçamentos na produção da laranja cv. Valência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 275-280, 1983.
- MALAVOLTA, E.; OLIVEIRA, S. A.; VITTI, G. C. The use of diagnosis recommendation integrated system (DRIS) to evaluate the nutritional status of healthy and blight affected citrus trees. In: FRAGOSO, M. A. C.; BEUSICHEM, M. L. van; HOUWERS, A. (ed.). **Optimization of plant nutrition**. Dordrecht: Springer, 1993. p. 157-159. (Developments in Plant and Soil Sciences, v. 53).
- MATTOS JUNIOR, D.; HIPPLER, F. W.; BOARETTO, R. M.; STUCHI, E. S.; QUAGGIO, J. A. Soil boron fertilization: The role of nutrient sources and rootstocks in citrus production. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, n. 7, p. 1609-1616, 2017.
- MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K.; GRAETZ, D. A. Response of young citrus trees on selected rootstocks to nitrogen,

- phosphorus, and potassium fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, v. 29, n. 8, p. 1371-1385, 2006.
- MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, R. M.; ZAMBROSI, F. C. B. Nutrient management for high citrus fruit yield in tropical soils. **Better Crops**, v. 96, n. 1, p. 4-7, 2012.
- MOREIRA, A. S.; STUCHI, E. S.; SILVA, P. R. B.; BASSANEZI, R. B.; GIRARDI, E. A.; LARANJEIRA, F. F. Could tree density play a role in managing Citrus Huanglongbing epidemics?. **Tropical Plant Pathology**, v. 44, p. 268-274, 2019. DOI: [10.1007/s40858-019-00284-1](https://doi.org/10.1007/s40858-019-00284-1).
- MOURÃO FILHO, F. A. A.; ESPINOZA NÚÑEZ, E.; STUCHI, E. S.; ORTEGA, E. M. M. Plant growth, yield, and fruit quality of 'Fallglo' and 'Sunburst' mandarins on four rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 114, n. 1, p. 45-49, 2007.
- MOURÃO FILHO, F. A. A.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; STUCHI, E. S.; ORTEGA, E. M. Desenvolvimento e produtividade da tangerina 'Fairchild' sobre quatro porta-enxertos. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1553-1557, 2008.
- MOURÃO FILHO, F. de A. A. DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 5, p. 550-560, 2004.
- MOURÃO FILHO, F. de A. A.; AZEVEDO, J. C. DRIS norms for 'Valencia' sweet orange on three rootstocks. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 85-93, 2003.
- PAIVA, J. R.; CARDOSO, J. E.; MESQUITA, A. L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, A. A. Desempenho de clones de cajueiro-anão precoce no semi-árido do Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 295-300, 2008.
- PARRA, J. R. P. Controle biológico na agricultura brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, 2019. DOI: [10.37486/2675-1305.ec01002](https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec01002).
- PARRA, J. R. P.; ALVES, G. R.; DINIZ, A. J. F.; VIEIRA, J. M. *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) × *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae): mass rearing and potential use of the parasitoid in Brazil. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmw003>.
- PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; TORRES, M. L. G.; NAVA, D. E.; PAIVA, P. E. B. Biology and ecology of the vector *Diaphorina citri* and transmission of bacteria associated with *huanglongbing*. **Citrus Research & Technology**, v. 31, n. 1, p. 37-51, 2010.
- PINTO, A. P. F.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M. de; WENZEL, I. M. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* ao psílídeo *Diaphorina citri* e compatibilidade do fungo com produtos fitossanitários. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 12, p. 1673-1680, 2012.
- PIRES, R. C. M.; PAVÃO, G. C.; MAGALHÃES FILHO, J. R.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, A. L. B. de O.; OHASHI, A. Y. P. Deficit irrigation effect in Natal orange orchard in State of São Paulo, Brazil. In: EGU GENERAL ASSEMBLY, 20., 2018, Vienna. **Proceedings...** Vienna: EUGA, 2018. p. 19599.
- QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; VAN RAIJ, B. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 52, n. 1, p. 67-74, 1998.
- QUAGGIO, J. A.; SOUZA, T. R.; ZAMBROSI, F. C. B.; BOARETTO, R. M.; MATTOS JUNIOR, D. Nitrogen-fertilizer forms affect the nitrogen-use efficiency in fertigated citrus groves. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 177, n. 3, p. 404-411, 2014.
- RAMOS, Y. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; SENTELHAS, P. C.; FADEL, A. L. Sensibilidade de laranjeiras-doces ao déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 1, p. 86-89, 2016.
- RAMOS, Y. C.; STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; LEÃO, H. C.; GESTEIRA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Dwarfing rootstocks for 'Valencia' sweet orange. **Acta Horticulturae**, v. 1065, p. 351-354, 2015.
- REIS, R. F.; ALMEIDA, T. F.; STUCHI, E. S.; GOES, A. Susceptibility of citrus species to *Alternaria alternata*, the causal agent of the *Alternaria* brown spot. **Scientia Horticulturae**, v. 113, n. 4, p. 336-342, 2007.
- RODRIGUES, M. J. S.; ANDRADE NETO, R. C.; ARAÚJO NETO, S. E.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; LESSA, L. S.; ALMEIDA, U. O. Performance of 'Valência' sweet orange grafted onto rootstocks in the state of Acre, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, p. e01349, 2019.

- RODRIGUES, M. J. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; ANDRADE NETO, R. C.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; LESSA, L. S.; ALMEIDA, U. O.; ARAÚJO, J. M. Agronomic performance of the 'Pera' orange grafted onto nine rootstocks under the conditions of Rio Branco, Acre, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 4, p. e6642, 2019.
- SANCHES, A. L.; FELIPPE, M. R.; CARMO, A. U.; RUGNO, G. R.; YAMAMOTO, P. T. Eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados em mudas cítricas, em pré-plantio, no controle de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae). **BioAssay**, v. 4, n. 6, p. 1-7, 2009.
- SANTOS, L. O.; DURIGAN, J. F.; STUCHI, E. S.; NOGUEIRA, R. M.; DURIGAN, M. F. B. Postharvest storage of 'Ponkan', 'Satsuma Okitsu' and Freemont tangerines and their minimally processed products using refrigeration and controlled atmosphere. **Acta Horticulturae**, v. 934, p. 583-589, 2012.
- SANTOS, M. G.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; GESTEIRA, A. S.; PASSOS, O. S.; FERREIRA, C. F. Initial horticultural performance of nine 'Persian' lime selections grafted onto Swingle citrumelo. **Scientia Agricola**, v. 73, n. 2, p. 109-114, 2016.
- SCAPIN, M. S.; BEHLAU, F.; SCANDELAI, L. H. M.; FERNANDES, R. S.; SILVA JUNIOR, G. J.; RAMOS, H. H. Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. **Crop Protection**, v. 77, p. 119-126, 2015.
- SILVA JUNIOR, G. J.; SCAPIN, M. S.; SILVA, F. P.; SILVA, A. R. P.; BEHLAU, F.; RAMOS, H. H. Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume. **Crop Protection**, v. 85, p. 38-45, 2016.
- SILVA, S. R.; FRANCO, D.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C.; SEMPIONATO, O. R.; PERECIN, D. Produção inicial e qualidade dos frutos de laranja 'Moro' em 16 porta-enxertos em Bebedouro (SP). **Laranja**, v. 27, n. 1, p. 83-90, 2006.
- SILVA, S. R.; FRANCO, D.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C.; SEMPIONATO, O. R.; PERECIN, D. Qualidade e produção de frutos das laranjeiras 'Natal' e 'Valência' em 13 porta-enxertos em Bebedouro (SP). **Laranja**, v. 27, n. 1, p. 91-100, 2006.
- SILVA, S. R.; GIRARDI, E. A.; SANTOS, M. G.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; STUCHI, E. S. Plant growth, yield and fruit quality of Clementine mandarin selections under subtropical climate in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, p. 1-10, 2018.
- SILVA, S. R.; MUNIZ, F. R.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; GIRARDI, E. A.; STUCHI, E. S. Laranjeiras mediterrâneas de meia-estação em condições de sequeiro em clima subtropical no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 597-607, 2017.
- SILVA, S. R.; OLIVEIRA, J. C.; STUCHI, E. S.; REIFF, E. T. Qualidade e maturação de tangerinas e seus híbridos em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 977-986, 2009.
- SILVA, S. R.; STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; BASSAN, M. M. Desempenho da tangerineira 'Span Americana' em diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1052-1058, 2013.
- SIMÕES, W. L.; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; GUIMARÃES, M. J. M.; SANTOS, M. R.; COSTA, E. L. Transpiration, water extraction, and root distribution of Tahiti lime (*Citrus latifolia* Tanaka) plant under different micro-sprinkler placements. **African Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 31, p. 1369-1378, 2019.
- SIMONETTI, L. M.; CRISTOFANI-YALY, M.; BARROS, V. L. N. P.; SCHINOR, E. H.; FADEL, A. L.; SOUSA, M. C.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. A. Porta-enxertos alternativos para cultivo de laranja Valência na região sudoeste do estado de São Paulo. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 2, p. 49-58, 2015.
- STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C.; SEMPIONATO, O. R. Performance of Tahiti lime on Poncirus trifoliata var. monstrosa Flying Dragon in four densities. **Fruits**, v. 58, n. 1, p. 13-17, 2003.
- STUCHI, E. S.; DONADIO, L. D.; SEMPIONATO, O. R.; PERECIN, D. Produtividade e qualidade dos frutos da laranjeira 'Pêra' clone IAC em 16 porta-enxertos na região de Bebedouro-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 359-362, 2004.
- STUCHI, E. S.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; ORTEGA, E. M. M. Vigor, produtividade e qualidade de frutos de quatro tangerineiras e híbridos sobre quatro porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 741-747, 2008.
- STUCHI, E. S.; FIGUEIREDO, J. O.; DONADIO, L. C.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; LARANJEIRA, F. F.; PIO, R.

M.; SEMPIONATO, O. R. Porta-enxertos para a lima-ácida-‘Tahiti’ na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 155-159, 2002.

STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A. Adensamento de plantio deve ser o quarto elemento no manejo do HLB. **Citricultura Atual**, v. 14, n. 81, p. 12-16, 2011.

STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; SILVA, S. R.; CANTUARIAS-AVILÉS, T.; PAROLIN, L. G.; REIFF, E. T.; SEMPIONATO, O. R. Satsuma mandarins grafted onto Swingle citrumelo for early season harvest in subtropical conditions in Brazil. **Bragantia**, v. 78, n. 2, p. 1-8, 2019.

TEODORO, A. V.; CARVALHO, H. W. L.; BARROS, I.; CARVALHO, L. M.; MARTINS, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S. Performance of Jaffa sweet orange on different rootstocks for orchards in Brazilian northeast. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, p. e01665, 2020.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; SALIBE, A. A.; FIGUEIREDO, J. O. de; SCHINOR, E. H. Assesment of different

plant spacing patterns for ‘Hamlin’ sweet orange on ‘Rangpur lime’ in Cordeirópolis, state of São Paulo, Brazil. **Laranja**, v. 23, n. 2, p. 439-452, 2002.

VITTI, G. C.; DONADIO, L. C.; DELARCO, R. D.; MALAVOLTA, E.; CABRITA, J. R. M. Influence of soil and leaf applications of micronutrients on yield and fruit quality of *Citrus sinensis* Osbeck, variety Pera. In: FRAGOSO, M. A. C.; BEUSICHEM, M. L. van; HOUWERS, A. (ed.). **Optimization of plant nutrition**. Dordrecht: Springer, 1993. p. 453-456. (Developments in Plant and Soil Sciences, v. 53).

VOLPE, H. X. L.; FAZOLIN, M.; MAGNANI, R. F.; GARCIA, R. B.; MIRANDA, M. P. **Eficácia do óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2018. 37 p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 59).

YAMAMOTO, P. T.; FELLIPE, M. R.; SANCHES, A. L.; COELHO, J. H. C.; GARBIM, L. F.; XIMENES, N. L. Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros. **BioAssay**, v. 4, n. 4, p. 1-9, 2009.